

TESIS

**ANALISIS PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP
DEBIT BANJIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI
PANGKAJENE KABUPATEN PANGKAJENE DAN
KEPULAUAN**

*Analysis of The Effect of Land Use On Flood Discharge In The
Pangkajene River Flow Area, Pangkajene Regency And Islands*



**MUHAMMAD RIZAL ZAINUDDIN
D012182013**

**PROGRAM STUDI MAGISTER
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

**ANALISIS PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP DEBIT
BANJIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI PANGKAJENE
KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN**

*Analysis of The Effect of Land Use On Flood Discharge In The Pangkajene
River Flow Area, Pangkajene Regency And Islands*

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Sipil

Disusun dan Diajukan oleh

MUHAMMAD RIZAL ZAINUDDIN

D012182013

Kepada

PROGRAM STUDI MAGISTER

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

TESIS

ANALISIS PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP DEBIT BANJIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI PANGKAJENE KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN

MUHAMMAD RIZAL ZAINUDDIN
D012182013

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 17 Februari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Ir. Mary Selitung, M.Sc
NIP. 194306121965092001



Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, MT
NIP. 196703191992032010

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST. MT. IPM
NIP. 197309262000121002

Ketua Program Studi
S2 Teknik Sipil



Dr. M. Asad Abdurrahman, ST. MEng. PM
NIP. 197303061998021001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Muhammad Rizal Zainuddin

Nomor Mahasiswa : D012182013

Program Studi : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul “Analisis Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Pangkajene Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Prof.Dr.Ir. Mary Selintung,M.Sc.dan Dr.Eng.Ir.Hj.Rita Tahir Lopa,MT. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di The 5th EPI International Conference on Science and Engineering (EICSE) sebagai artikel dengan judul “Analysis of The Effect of Land Use on Flood Discharge In The Pangkajene River Basin of Pangkajene Regency And Island”.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, Maret 2023

Yang menyatakan



Muhammad Rizal Zainuddin

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada **Tuhan Yang Maha Esa** atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulisan tesis hasil ini dapat diselesaikan.

Dalam penyusunan tesis hasil ini penulis banyak mendapat arahan dari dosen pembimbing, untuk itu dengan tulus saya menghaturkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu ayahanda Ir.Zainuddin Sake,MM dan Ibunda Intari Putje atas kasih sayang dan segala dukungan selama ini, baik spiritual maupun materil karena penulis tidak akan mampu sampai di titik ini jika tanpa nasihat, motivasi dan Do'a yang tiada hentinya terpanjatkan kepada Allah SWT.
2. Bapak **Prof.Dr.Eng. Muhammad Isran Ramli,S.T.,M.T** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Bapak **Dr.M. Asad Abdurrahman,S.T.,M.Eng.,PM** selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Hasaanuddin dan Bapak **Dr.Eng.Bambang Bakri,S.T,M.T** selaku Sekretaris Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. Ibu **Prof.Dr.Mary Selintung,M.Sc** selaku Pembimbing I
5. Ibu **Dr.Eng.Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, M.T.** selaku Pembimbing II.
6. Bapak/Ibu Dosen Departemen Sipil Fakultas Teknik atas bimbingan,arahan,didikan,ilmu dan motivasi yang diberikan selama masa studi.

7. Seluruh staf dan karyawan Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh masa studi.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu dengan semua bantuan, dan dukungan hingga terselesainya Tesis ini.

Tiada imbalan yang dapat diberikan penulis selain memohon kepada Tuhan Yang Maha Kuasa agar melimpahkan berkat-Nya kepada kita semua, Amin. Akhir kata penulis menyadari bahwa di dalam tesis ini terdapat banyak kekurangan dan memerlukan perbaikan, sehingga dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan dari semua pihak.

Semoga karya ini dapat bermanfaat.

Makassar, Februari 2023

Muhammad Rizal Zainuddin

ABSTRAK

MUHAMMAD RIZAL ZAINUDDIN. *Analisis Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Pangkajene Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan* (dibimbing oleh **Mary Selintung, Rita Lopa**)

Pengaruh atau kontak manusia di DAS, termasuk pengelolaan tanaman dan metode konservasi tanah yang tidak sesuai dengan prinsip konservasi berdampak signifikan terhadap erosi. Penebangan berbagai pohon di DAS menunjukkan hilangnya vegetasi penutup tanah dan peningkatan luas lahan terbuka. Jika ada presipitasi, kekuatan pukulan dari curah hujan, limpasan, dan erosi akan meningkat. Meningkatnya tanah longsor dan erosi di daerah tangkapan air pada akhirnya akan meningkatkan beban sedimen yang dibawa oleh curah hujan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh perubahan terhadap tata guna lahan dengan debit banjir di DAS Pangkajene. Lokasi penelitian adalah DAS Pangkajene untuk perubahan tata guna lahan terhadap debit banjir di Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. Pada penelitian ini menggunakan dua sumber data yakni data primer yaitu data yang terkumpul di lokasi penelitian dan data sekunder yaitu informasi yang diperoleh dari literatur atau makalah studi sebelumnya mengenai lokasi penelitian. Data dianalisis dengan menggunakan analisis hidrologi dan perubahan tata guna lahan dimana dari data curah hujan yang terkumpul dibuat analisa rancangan debit banjir maksimum yang terjadi di tahun 2009 dan 2018 kemudian dibandingkan dengan perubahan lahan yang terjadi di tahun 2009 ke 2018. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan debit banjir rancangan sebesar $\pm 18,83 \text{ m}^3/\text{det}$ pada masing-masing kala ulang. Perubahan tata guna lahan yang terjadi adalah luas area sawah, tambak, dan pemukiman bertambah sedangkan luas area hutan menjadi berkurang. Meningkatnya nilai debit banjir tidak signifikan dikarenakan perubahan tata guna lahan juga tidak berubah cukup banyak.

Kata kunci: Debit Banjir, Tata guna lahan, DAS Pangkajene

ABSTRACT

MUHAMMAD RIZAL ZAINUDDIN. *Analysis Of The Effect Of Land Use On Flood Discharge In The Pangkajene River Flow Area, Pangkajene Regency And Island* (supervised by **Mary Selintung, Rita Lopa**)

Human influence or contact in the watershed, including plant management and soil conservation methods that are not in accordance with conservation principles have a significant impact on erosion. The felling of various trees in the watershed has resulted in the loss of ground cover vegetation and an increase in the area of open land. If there is precipitation, the impact force from precipitation, runoff, and erosion will increase. Increased landslides and erosion in the catchment area will eventually increase the sediment load carried by rainfall. The purpose of this study was to analyze the effect of changes on land use with flood discharge in the Pangkajene watershed. The research location is the Pangkajene Watershed for land use changes to flood discharge in Pangkep Regency, South Sulawesi Province. In this study, two sources of data were used, namely primary data, namely data collected at the research location, and secondary data, namely information obtained from literature or previous study papers regarding the research location. The data were analyzed using hydrological analysis and land use change where from the collected rainfall data an analysis was made of the maximum flood discharge design that occurred in 2009 and 2018 and then compared with land changes that occurred in 2009 to 2018. The results showed that there was an increase design flood discharge of $\pm 18.83 \text{ m}^3/\text{s}$ at each return period. Changes in land use that occur are the area of rice fields, ponds, and settlements increases while the area of forest decreases. The increase in the value of flood discharge is not significant because changes in land use have not changed much either.

Keyword: Flood discharge, land use, Pangkajene watershed

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Ruang Lingkup Penelitian	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Daerah Aliran Sungai	5
B. Penggunaan Lahan dan Perubahannya	6
C. Analisa Hidrologi	10
D. Intensitas Curah Hujan	14
E. Debit Banjir Rencana	15
F. Erosi dan Sedimentasi	16

G. Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Debit Banjir	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Lokasi Penelitian	29
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	30
C. Teknik Analisa Data	31
D. Bagan Alir penelitian DAS Pangkajene	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Penggunaan Lahan DAS Pangkajene	33
B. Analisis Hidrologi	35
C. Koefisien Pengaliran	41
D. Perhitungan Intensitas Hujan Jam-Jaman	43
E. Analisa Debit Banjir Rencana Terhadap Tata Guna Lahan	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	52
B. Saran	53

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
1	Perubahan Lahan Tahun 2009 dan Tahun 2018	34
2	Hujan Rerata Daerah DAS Pangkajene	36
3	Besaran Statistik Data	37
4	Probabilitas Data	39
5	Hujan Rencana Dengan Berbagai Kala Ulang	40
6	Perhitungan Uji Chi Kuadrat Untuk Distribusi <i>Log Pearson Type III</i>	41
7	Koefisien Pengaliran (C)	42
8	Nilai Koefisien Pengaliran DAS Pangkajene Tahun 2009 dan 2018	42
9	Perbandingan Hujan Netto Tahun 2009	43
10	Perbandingan Hujan Netto Tahun 2018	44
11	Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan DAS Pangkajene Tahun 2009	45
12	Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan DAS Pangkajene Tahun 2018	47
13	Rekapitulasi Debit Banjir Maksimum dan Perubahan dari Tahun 2009 ke 2018	50
14	Rekapitulasi Debit Banjir Maksimum dan Perubahan dari Tahun 2009 ke 2018 berdasarkan data AWLR	50

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
1	<i>Polygon Thiessen</i>	11
2	Peta Lokasi Penelitian	29
3	Bagan Alir Penelitian	32
4	Peta Tata Guna Lahan DAS Pangkajene Tahun	33
5	2009 Peta Tata Guna Lahan DAS Pangkajene Tahun 2018	34
6	Grafik Perubahan Tata Guna Lahan Tahun 2009 dan 2018	35
7	Poligon Thiessen DAS Pangkajene	36
8	Grafik Probabilitas Log <i>Pearson Type III</i>	40
9	Hidrograf Banjir DAS Pangkajene Tahun 2009	47
10	Hidrograf Banjir DAS Pangkajene Tahun 2018	49

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Permasalahan erosi dan sedimentasi di DAS Pangkajene tidak lepas dari kondisi fisik kawasan yaitu tanah, topografi (panjang dan kemiringan lereng), dan iklim khususnya curah hujan, serta faktor kondisi sosial ekonomi masyarakat yaitu jumlah penduduk, pemilikan tanah, dan mata pencaharian. Ketidakseimbangan kontras penduduk dan lahan pertanian disebabkan oleh ekspansi manusia yang cepat. Akibatnya, kepemilikan lahan pertanian menjadi semakin terbatas. Pendapatan petani menjadi buruk karena terbatasnya pilihan pekerjaan dan keterbatasan keterampilan. Keadaan ini seringkali mendorong sebagian petani untuk mengubah kayu dan lahan tidak produktif lainnya menjadi lahan pertanian. Ketika lahan ditanami dengan cara yang mengabaikan prinsip-prinsip konservasi tanah, maka lahan tersebut akan mengalami erosi dan tanah longsor. Semua itu berdampak pada timbulnya lahan kritis yang diakibatkan oleh tutupan lahan yang kurang ideal oleh tanaman yang mudah tererosi. Salah satu tantangan yang terkait dengan erosi dan sedimentasi adalah tutupan lahan dalam kondisi kepemilikan dan teknik pertanian yang intensif dan kurang konservatif.

Pengaruh atau kontak manusia di DAS, termasuk pengelolaan tanaman dan metode konservasi tanah yang tidak sesuai dengan prinsip

konservasi berdampak signifikan terhadap erosi, khususnya erosi yang dipercepat. Penebangan berbagai pohon di DAS menunjukkan hilangnya vegetasi penutup tanah dan peningkatan luas lahan terbuka. Jika ada presipitasi, kekuatan pukulan dari curah hujan, limpasan, dan erosi akan meningkat. Meningkatnya tanah longsor dan erosi di daerah tangkapan air pada akhirnya akan meningkatkan beban sedimen yang dibawa oleh curah hujan.

Berdasarkan uraian diatas, terjadi perubahan penggunaan lahan di DAS Pangkajene. Dengan demikian penulis mencoba mengangkat suatu judul penelitian “ **ANALISIS PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP DEBIT BANJIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI PANGKAJENE KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN** ”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini adalah :

1. Perubahan-perubahan apa yang terjadi pada tata guna lahan di DAS Pangkajene mulai dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2018 ?
2. Bagaimana pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit banjir di DAS Pangkajene ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis perubahan-perubahan yang terjadi pada tata guna lahan di DAS Pangkajene mulai dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2018.
2. Menganalisis pengaruh perubahan terhadap tata guna lahan terhadap debit banjir di DAS Pangkajene.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dan kegunaan diperoleh dari penelitian ini adalah :

Manfaat dari penelitian ini dimaksudkan antara lain untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan terhadap debit banjir yang terjadi di DAS Pangkajene.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk memudahkan pemahaman dan memfokuskan arah penelitian ini maka digunakan batasan dan asumsi yang merupakan lingkup penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Pangkajene.
2. Perubahan tata guna lahan yang meliputi hutan, tanah terbuka, pemukiman, pertanian, semak belukar dan tambak.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penelitian ini secara garis besar adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang uraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, Batasan masalah, manfaat dari penelitian dan sistematika penulisan tesis.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai pengertian dan teori-teori terhadap daerah aliran sungai, penggunaan lahan dan perubahannya dan Analisa hidrologi.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan mengenai gambaran umum daerah studi lokasi penelitian, sumber data, teknik analisa data, dan bagan alir penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang pengolahan dan analisa data yang telah diteliti serta pembahasannya berdasarkan batasan masalah yang dibuat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini memuat kesimpulan tentang hasil penelitian serta memberikan rekomendasi atau masukan yang sekiranya dapat berguna untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) dibagi klasifikasinya sebagai hulu, tengah, hilir, dan pesisir. DAS pada bagian hulu umumnya dianggap sebagai ekosistem pedesaan. Ekosistem bagian hulu terdiri dari empat komponen utama adalah sawah, sungai, hutan, dan desa. Terdapat hubungan timbal balik antara komponen ekosistem DAS. Fungsi DAS merupakan fungsi komposit yang dilakukan oleh semua faktor/komponen yang ada pada DAS. Perubahan salah satu komponen akan berdampak pada lingkungan DAS. Perubahan ekosistem akan merusak terhadap fungsi dari DAS tersebut.

Gangguan terhadap ekosistem DAS dapat terjadi dalam berbagai hal, terutama dari penghuni DAS tersebut, yaitu manusia. Jika fungsi DAS tersebut terganggu maka sistem hidrologi yang merupakan fungsi utama dari DAS bisa terganggu, pengumpulan, penyerapan dan penyimpanan air bisa berkurang, atau sistem distribusi air menjadi boros. Kejadian ini akan mengakibatkan kelebihan pasokan air pada musim hujan dan penurunan air yang signifikan pada musim kemarau. Hal ini menciptakan perbedaan debit sungai yang signifikan antara musim kemarau dan musim hujan. Jadi, jika debit aliran sungai menjadi sangat parah, artinya fungsi DAS tidak berfungsi dengan baik; jika hal ini terjadi, maka menandakan kualitas DAS tersebut menjadi rendah.

Tanggapan DAS adalah proses yang terjadi di dalam DAS dan dipengaruhi oleh faktor fisiknya, seperti topografi, geologi, geomorfologi, tanah, dan tata guna lahan serta sistem pengelolaannya.

Ditinjau dari curah hujan wilayah DAS dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu tempat yang berfungsi sebagai daerah resapan dan daerah yang berfungsi sebagai daerah drainase. Tata guna lahan sangat berpengaruh terhadap berfungsi atau tidaknya suatu kawasan.

B. Penggunaan Lahan dan Perubahannya

Konflik kepentingan sering muncul dalam pengelolaan lahan antara pengguna lahan atau sektor pembangunan yang membutuhkan lahan. Hal ini sering menimbulkan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya. Kemampuan lahan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain (1) jenis dan kesuburan tanah, (2) kondisi lapangan, topografi dan ketinggian, (3) aksesibilitas, (4) kemampuan dan kesesuaian tanah, dan (5) tekanan penduduk.

Tingkat tekanan penduduk dapat berdampak pada degradasi lahan sebagai akibat dari kesalahan pemanfaatan dan penggunaan sumber daya alam. Degradasi ini dapat berupa erosi tanah, pencemaran tanah, dan dampak interaksi antara penggunaan lahan pertanian dan non-pertanian.

Lahan pertanian dibedakan menurut komoditas yang ditanam, seperti sawah, tegalan, perkebunan kopi, dan sebagainya. Penggunaan

lahan non-pertanian meliputi perkotaan, pedesaan, perumahan, industri, rekreasi, dan sebagainya. Penggunaan lahan ini sangat dinamis dan dapat berubah sewaktu-waktu. Aktivitas manusia dalam rangka memenuhi kebutuhannya dapat memicu terjadinya perubahan yang mengakibatkan bencana alam. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan akan tanah juga meningkat, baik untuk pertanian maupun untuk tempat tinggal. Peningkatan permintaan lahan ini akan dimitigasi dengan intensifikasi dan perluasan penggunaan lahan. Kedua perusahaan ini mengubah tanah baik dari segi luas maupun jenisnya.

Kebutuhan sumber daya lahan dapat menjadi faktor dalam proses perubahan penggunaan lahan, yang secara garis besar diklasifikasikan menjadi tiga kelompok besar: (1) deforestasi ke arah pertanian dan non pertanian, (2) konversi lahan pertanian menjadi non pertanian, dan (3) pembebasan lahan. Pada hakekatnya, unsur kebutuhan lahan mengacu pada kebijakan dan program pemerintah yang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi sosial ekonomi, meningkatkan efisiensi industri dan kelembagaan, mengurangi perilaku spekulatif, dan mengelola populasi.

Secara umum, struktur yang berhubungan dengan perubahan penggunaan lahan dibagi menjadi tiga : (1) struktur permintaan atau permintaan lahan, (2) struktur pasokan atau ketersediaan lahan, dan (3) struktur teknis yang memengaruhi produktivitas sumber daya lahan (Saeful Hakim, 1999).

Menurut Irianto (2006), bentuk dan degradasi lahan yang terjadi adalah beragam, dimulai dengan: (1) penurunan kerapatan dan jenis flora, (2) perubahan tipe vegetasi pada tutupan lahan (*land cover type*), dan (3) impermeabilitas, pada dasarnya perubahan lahan budidaya menjadi lahan non budidaya yang permukaannya tidak dapat ditembus air. Masing-masing dari ketiga pola ini berbeda dalam hal pelaku, luas wilayah, dan dampak. Pola pertama sering dilakukan oleh masyarakat sekitar kawasan hutan untuk memenuhi kebutuhan kayu bakar dan untuk mencari nafkah. Pola kedua dilakukan oleh masyarakat yang sangat membutuhkan tanah sebagai akibat dari distribusi, alokasi, dan pemilihan tanah yang tidak merata di masyarakat. Pola kedua juga bisa muncul sebagai akibat kapitalis yang kuat menggunakan komunitas lokal untuk menguasai wilayah negara. Sedangkan pola ketiga sering dilakukan oleh investor yang kuat, otoritas, dan mantan pejabat sebelumnya yang memiliki area yang sangat luas dengan karakteristik permukaan yang tidak memungkinkan air untuk menembus (kedap air). Pola ketiga memiliki pengaruh terbesar pada siklus hidrologi, produksi air, dan dalam jangka panjang dapat memicu krisis air yang akut dan parah. Pola ketiga lebih sulit dihindari dan diatur secara umum karena memiliki akses yang signifikan kepada pembuat kebijakan.

Kesalahpahaman tentang teknologi konservasi tanah berkontribusi pada masalah pergeseran tutupan lahan yang tidak sesuai dengan prinsip dasar pengelolaan DAS. Akibatnya, teknologi konservasi tanah telah digunakan secara tidak benar. Misalnya, di lahan-lahan terjal

yang hanya diperbolehkan untuk hutan oleh masyarakat, namun tetap ditanami untuk pertanian tanaman musiman, yang memerlukan pengelolaan lahan yang intensif. Meskipun masyarakat petani telah mengadopsi teknik konservasi tanah, erosi tetap menjadi masalah.

Ketika komponen sumber pertumbuhan ekonomi suatu wilayah tergabung dalam DAS, masalah perubahan tutupan lahan menjadi jauh lebih bermasalah. Sering ditemukan bahwa di berbagai daerah terdapat konflik kepentingan antar perekonomian yang memberikan yurisdiksi yang luas kepada daerah untuk menguasai daerahnya. Hal ini ternyata semata-mata untuk tujuan menaikkan Pendapatan Asli Daerah (PAD). Akibatnya, kelestarian lingkungan terabaikan.

Adanya pandangan dunia bahwa kepentingan ekonomi dan kelestarian lingkungan tidak dapat didamaikan memperparah konflik kepentingan di antara keduanya. Meskipun keberlanjutan ekonomi dan lingkungan tidak dapat dipisahkan, yang satu tidak dapat diabaikan tanpa yang lain. Pada kenyataannya, keduanya harus diselesaikan secara bersamaan. Pembangunan yang ditopang oleh pertumbuhan ekonomi yang kuat tanpa memperhatikan kelestarian lingkungan akan menjadi sia-sia, karena kerusakan lingkungan akibat pembangunan akan membutuhkan biaya yang besar untuk diatasi. Demikian pula kelestarian lingkungan tidak mungkin tercapai ketika masih banyak penduduk miskin dan tidak berpendidikan.

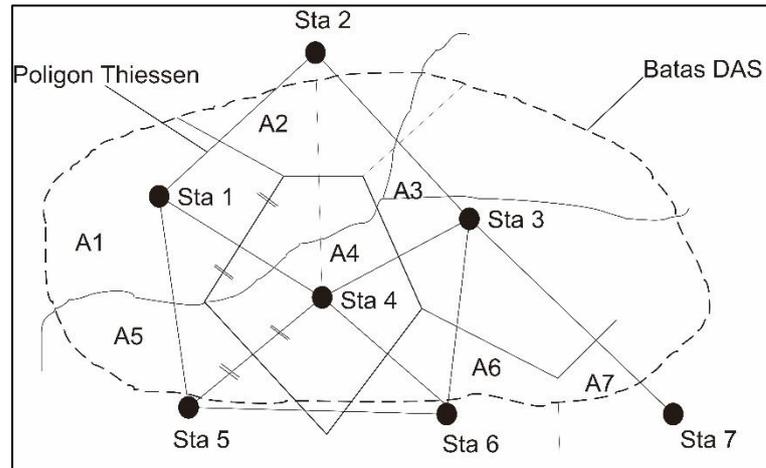
Pasar adalah elemen penting lainnya yang mendorong perubahan tutupan lahan. Kekuatan pasar sangat mempengaruhi perilaku masyarakat dalam mengolah tanahnya dalam masyarakat terbuka dan hadirnya ekonomi dalam kehidupan masyarakat. Khususnya petani, akan mengolah tanah untuk komoditas berharga. Hutan rakyat merupakan salah satu rencana pemerintah untuk memperluas kawasan hutan, namun ternyata pasar juga berpengaruh. Ketika harga kayu naik, kebanyakan orang mengubah properti mereka menjadi hutan komunal; misalnya saat harga sengon naik maka harga sengon pun melambung tinggi. Namun ketika harga turun, para petani ramai-ramai menebang kayu, meski belum masuk musim tebang.

C. Analisa Hidrologi

1. Curah Hujan Daerah

Data curah hujan yang diperoleh berasal dari stasiun pencatat hujan dimana terdapat informasi besar curah hujan di satu titik tertentu, untuk memperoleh data curah hujan daerah dapat diambil dari nilai rata-ratanya. Salah satu metode untuk mendapatkan nilai rata-rata curah hujan yaitu metode *Polygon Thiessen*.

Tiap stasiun pencatat hujan mempunyai daerah pengaruh masing-masing, letak stasiun pencatat dihubungkan untuk dapat menggambarkan *polygon* dengan panjang sisi yang sama terhadap garis penghubung kemudian mengukur luas daerah tersebut.



Gambar 1 *Polygon theissen*

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{R_i \cdot A_i}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

R = tinggi curah hujan rata-rata daerah

A = Luas daerah

A_i = Luas daerah pengaruh pada pos penakar hujan

R_i = tinggi curah hujan pada stasiun pencatat hujan

2. Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah kemungkinan tinggi hujan yang terjadi pada periode ulang tertentu, hubungannya dengan analisa hidrologi, perhitungan disebut sebagai analisa frekuensi curah hujan. Perhitungan curah hujan rencana mempunyai beberapa langkah dalam penyelesaiannya

Distribusi *Log Pearson Type III* digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam menganalisa data debit maksimum (banjir) dan debit minimum. (Soewarno, 1995).

Metode ini lebih fleksibel dan dapat dipakai untuk semua sebaran data, dimana besar harga parameter statistik (C_s atau C_k) tidak ada ketentuan (Sri Harto, 1993).

Parameter-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi *Log Pearson Type III* adalah : (CD. Soemarto, 1987)

- a. Harga rata-rata.
- b. Standart deviasi.
- c. Koefisien kemencengan.

Distribusi frekuensi komulatif akan tergambar sebagai garis lurus pada kertas log-normal jika koefisien asimetri $C_s = 0$.

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi *Log Pearson Type III*, adalah :

- a. Mengubah data debit banjir tahunan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log X_1, \log X_2, \log X_3, \dots, \log X_n$.
- b. Menghitung nilai rata-rata dengan rumus :

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{\sum \log x}{n} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

n = jumlah data.

- c. Menghitung nilai Deviasi standar dari $\log X$, dengan rumus sebagai berikut :

$$S \log X = \frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{(n-1)} \dots\dots\dots (3)$$

- d. Menghitung nilai koefisien kemencengan, dengan rumus sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} \dots\dots\dots (4)$$

- e. Menghitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus sebagai berikut :

$$\log X = \overline{\log X} + G \overline{S \log X} \dots\dots\dots (5)$$

- f. Mencari anti $\log X$ untuk mendapatkan debit banjir dengan waktu balik yang dikehendaki.

3. Pemeriksaan Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Untuk menguui apakah data tersebut benar sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih maka perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Uji kesesuaian ini dimaksudkan untuk mengetahui kebenaran suatu hipotesa.

Uji Chi- Kuadrat menguji penyimpangan distribusi data pengamatan dengan mengukur secara matematis kedekatan antara

data pengamatan dan seluruh bagian garis persamaan distribusi teoritisnya. (Indra Karya, 1995).

Uji Chi-Kuadrat dapat diturunkan menjadi persamaan sebagai berikut

$$X^2 = \sum \frac{(EF - OF)^2}{EF} \dots\dots\dots (6)$$

dengan :

X^2 = harga Chi-Kuadrat.

EF = frekuensi (banyaknya pengamatan) yang diharapkan, sesuai dengan pembagian kelasnya.

OF = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama.

Derajat kebebasan ini secara umum dapat dihitung dengan :

$$DK = K - (P + 1) \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

DK = derajat kebebasan

K = banyaknya kelas

P = banyaknya keterikatan atau sama dengan banyaknya parameter

4. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut berkonsentrasi.

Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau (Loebis, 1987).

Rumus yang dipakai adalah rumus menurut Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(8)$$

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = lamanya curah hujan (jam)

5. Debit Banjir Rencana

Pada kajian ini debit banjir dihitung dengan menggunakan metode hidroraf satuan sintetik Nakayasu. Nakayasu menurunkan rumus hidrograf satuan sintetik berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian pada beberapa sungai. Besarnya nilai debit puncak hidrograf satuan dihitung dengan rumus (Soemarto, 1987) :

$$Q_p = \frac{A \cdot R_o}{3,6 \cdot (0,3T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

Q_p = debit puncak (m³/dt/mm)

A = luas daerah aliran sungai (km²)

R_o = curah hujan (mm)

T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf Satuan (jam)

6. Sedimentasi dan Erosi

Erosi tanah adalah proses hilangnya permukaan tanah lapisan atas yang disebabkan oleh pergerakan air atau angin. Erosi tanah mengurangi produktivitas lahan dengan membatasi ketersediaan air, unsur hara, bahan organik, dan membatasi kedalaman akar. Sebagian besar air yang hilang selama erosi tanah hilang sebagai limpasan permukaan yang sangat cepat. Telah diamati bahwa erosi tanah telah mengurangi laju infiltrasi ke dalam tanah hingga 90% setiap tahun. Erosi tanah menurunkan kemampuan tanah untuk menahan air dengan memindahkan partikel-partikel kecil dan bahan organik di dalam tanah. Erosi tanah tidak hanya mengurangi produktivitas tanah, tetapi juga menimbulkan masalah lingkungan yang besar. Sedimen yang tererosi mengendap dan mengurangi kapasitas sungai, danau, dan waduk untuk irigasi, pembangkit listrik, penangkapan ikan, dan kesenangan. Eutropik yang disebabkan oleh penambahan nutrisi dari sedimen ke waduk dan danau merupakan masalah yang berbeda untuk hasil perikanan darat.

Hujan merupakan sumber utama erosi di negara tropis lembab seperti Indonesia, dimana rata-rata curah hujan tahunan melebihi 1500 mm. Tetesan air hujan yang menerpa permukaan bumi menyebabkan partikel-partikel tanah terlempar ke udara. Karena gravitasi bumi, partikel-partikel ini jatuh kembali ke tanah, dan

beberapa partikel kecil menyumbat pori-pori tanah sehingga mengurangi porositasnya.

Tetesan air hujan juga memicu terbentuknya lapisan tanah yang keras di lapisan permukaan, akibatnya mengurangi kapasitas infiltrasi tanah dan memaksa air mengalir di permukaan (*surface runoff*). Selain itu, dengan menutupnya pori-pori tanah maka laju dan kapasitas infiltrasi tanah berkurang, mengakibatkan peningkatan limpasan permukaan yang dapat mengikis dan memindahkan partikel tanah. Persinggahan partikel-partikel tanah ini akan terhenti, baik sementara maupun permanen, karena pengendapan atau sedimentasi.

Proses pengendapan sementara terjadi pada lereng bergelombang, yaitu lereng yang cekung sesaat menerima partikel sedimen yang hanyut, dan endapan ini terdorong kembali ke dataran rendah atau sungai pada hujan berikutnya. Pengendapan atau sedimentasi terakhir terjadi di lereng bukit, sungai, dan waduk.

Proses erosi dan sedimentasi yang disebabkan oleh air ada tiga tahap yaitu pelepasan (*detachment*), pergerakan (*transportation*), dan pengendapan (*deposition*).

Erosi sering disebabkan oleh iklim, geografi, vegetasi, tanah, dan aktivitas manusia. Perubahan salah satu parameter tersebut akan berdampak pada besaran erosi dan sedimentasi.

a. Iklim (Hujan)

Hujan merupakan salah satu faktor iklim terpenting yang mempengaruhi proses erosi. Hujan dengan intensitas yang tinggi akan mempunyai daya hantam yang lebih besar terhadap butir-butir tanah. Hujan akan menyebabkan erosi jika intensitasnya cukup tinggi dan volumenya cukup besar dalam jangka waktu yang cukup lama. Selanjutnya, ukuran tetesan hujan sangat penting dalam mempengaruhi erosi. Energi kinetik tetesan hujan, yang merupakan penyebab utama kerusakan agregat tanah, ditentukan oleh diameter air hujan, sudut datang, dan kecepatan jatuhnya. Besar kecilnya butiran dan kecepatan angin menentukan kecepatan jatuhnya butir-butir hujan. Energi kinetik mencapai maksimum dengan intensitas 50-100 mm/jam dan lebih besar dari 250 mm/jam, sehingga meningkatkan daya merusak tanah.

b. Topografi

Kecepatan dan jumlah limpasan permukaan dipengaruhi oleh topografi. Panjang dan kemiringan lereng merupakan dua (dua) variabel topografi yang mempengaruhi erosi. Semakin panjang lereng, semakin banyak air ekstra yang terkumpul dan mengalir di atasnya. Pengaruh panjang lereng bervariasi berdasarkan bentuknya, bisa cekung, cembung, atau datar.

Pengaruh kemiringan lebih kuat daripada pengaruh panjang lereng karena kecepatan air dan kapasitasnya untuk memecah dan membawa partikel tanah meningkat dengan bertambahnya sudut kemiringan. Saat kemiringan meningkat, kemampuan tanah untuk menyerap curah hujan menurun, menyebabkan lebih banyak air yang mengalir ke atas. Akibatnya, tanah dan bagian bawah lereng terkikis lebih banyak daripada bagian atas lereng.

c. Vegetasi

Keberadaan vegetasi mempengaruhi besarnya erosi yang terjadi dengan cara melindungi tanah dari turunnya hujan.

Peranan vegetasi dalam mengurangi erosi melalui :

1. Intersepsi hujan dan penyerapan oleh tajuk tanaman mengurangi energi jatuhnya air hujan dan meminimalkan erosi. Ketinggian tanaman di sisi lain, memiliki efek sebaliknya; semakin tinggi tajuk di atas tanah, semakin besar energi kinetik yang tercipta dari (akumulasi) tetesan hujan (ketika titik potong mencapai ambang saturasi, menyebabkan ukurannya naik), dan oleh karena itu erosivitas meningkat.
2. Penyebaran akar berdampak pada struktur tanah. Akar tanaman akan membantu menstabilkan agregat tanah sekaligus meningkatkan porositas tanah di sekitarnya.

Akar dapat menembus lapisan tanah dan menghasilkan eksudat yang berperan sebagai perekat antar butir tanah, membentuk pertalian yang membentuk struktur tanah.

3. Produksi bahan organik dari serasah, yang melindungi tanah dari curah hujan dan limpasan permukaan, memperbaiki struktur tanah, dan berfungsi sebagai sumber energi bagi fauna tanah.

d. Tanah

Kepekaan tanah terhadap laju erosi ditentukan oleh kualitas tanah, yang direpresentasikan sebagai faktor "erodibilitas tanah". Tekstur, struktur, permeabilitas, dan kandungan bahan organik semuanya berdampak pada erodibilitas tanah. Nilainya bervariasi antara 0,0 dan 0,99. Semakin besar nilainya, semakin mudah tanah tererosi. Laju erosi ditentukan oleh ketahanan tanah terhadap kerusakan eksternal yang disebabkan oleh hembusan curah hujan dan aliran permukaan, serta kemampuan tanah untuk menyerap air hujan, volume air permukaan yang mengikis dan memindahkan puing-puing tanah.

1. Tekstur tanah

Tekstur tanah terkait dengan ukuran dan proporsi partikel tanah dan partikel tanah yang menyusun jenis tanah tertentu. Pasir, debu, dan liat ada tiga komponen

utama tanah. Tiga elemen yang dijelaskan di atas bergabung untuk membuat bidang tanah. Misalnya, pada tanah yang didominasi lempung, sambungan antar partikel tanah umumnya kuat sehingga tidak mudah tererosi. Hal yang sama juga terjadi pada tanah dengan unsur dominan pasir (tanah bertekstur kasar), dimana kemungkinan infiltrasinya tinggi sehingga menurunkan laju aliran permukaan. Sebaliknya pada tanah dengan unsur utama debu dan pasir lembut serta sedikit unsur organik, memberikan kemungkinan yang lebih besar untuk terjadinya erosi.

2. Unsur Organik

Bahan organik bertindak sebagai perekat antar butiran tanah, membantu menjaga agregat tanah tetap stabil. Komponen organik terdiri dari limbah tumbuhan dan hewan yang telah membusuk. Bahan-bahan organik meningkatkan struktur dan permeabilitas tanah, serta kapasitas menahan air dan kesuburan tanah. Akumulasi bahan organik di atas permukaan tanah dapat mengurangi kecepatan aliran air, mengurangi kemungkinan terjadinya erosi.

3. Struktur Tanah

Susunan partikel tanah yang membentuk agregat disebut sebagai struktur tanah. Kemampuan tanah untuk menyerap air tanah dipengaruhi oleh strukturnya. Struktur tanah yang granular dan gembur, misalnya, memiliki potensi tinggi untuk memungkinkan limpasan melewatinya, menurunkan laju limpasan dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

4. Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah menggambarkan kapasitas tanah untuk memungkinkan air bergerak melaluinya. Struktur dan tekstur tanah, serta faktor organik lainnya, mempengaruhi permeabilitas tanah. Tanah dengan permeabilitas tinggi meningkatkan infiltrasi, menurunkan tingkat limpasan.

5. Manusia

Manusia menentukan apakah tanah yang dikelola akan rusak atau lebih baik. Penggunaan tanah oleh manusia tanpa memperhatikan prinsip konservasi tanah dan air meningkatkan intensitas erosi.

Aktivitas manusia merupakan elemen penting, terutama dalam upaya menghindari erosi,. kondisi iklim, dapat menyembuhkan penyebab erosi lainnya.

Erosi tanah merupakan masalah lingkungan yang paling penting di dunia saat ini. Jika fokus utama pertanian adalah pada peningkatan hasil, laju erosi tanah akan meningkat di semua wilayah di dunia. Erosi tanah sangat parah di sebagian besar lahan pertanian dunia, dan masalah ini akan semakin parah karena tanah menjadi marjinal. Estimasi kuantitatif kehilangan tanah di Eropa berkisar antara 10-20 ton/ha/tahun, 16 ton/ha/tahun pada lahan pertanian di Amerika Serikat, dan 20-40 ton/ha/tahun di Asia, Afrika, dan Amerika Selatan.

Sedimentasi disebabkan oleh proses erosi seperti erosi permukaan, erosi parit, dan bentuk erosi lainnya. Erosi menyebabkan sedimentasi. Akibatnya, unsur-unsur yang mempengaruhi erosi juga akan mempengaruhi sedimentasi. Sedimentasi dipengaruhi oleh energi yang ditimbulkan oleh kecepatan aliran air, debit air yang mengalir, dan mudah tidaknya material (partikel) terbawa, selain 5 (lima) unsur penyebab erosi. Semakin banyak energi yang ada, semakin banyak energi yang tercipta untuk menggiling material (tanah, batu) yang dilintasi. Demikian pula, semakin

besar debit (volume) aliran, semakin besar pula jumlah material yang dipindahkan.

Kemudahan material dipindahkan ditentukan oleh ukuran butir; bahan yang lebih halus lebih mudah diangkut daripada yang lebih besar. Dampak erosi tidak hanya terjadi di bagian atas (hulu) tempat terjadinya erosi (*on site*), tetapi juga di bagian bawah (hilir) yang terkena dampak penumpukan material sedimentasi (*off site*).

7. Pengaruh Penggunaan Lahan terhadap Debit Banjir

Fungsi vegetasi sebagai penutup lahan dan sumber bahan organik yang dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi sangat erat kaitannya dengan pengaruh penggunaan lahan terhadap debit banjir di suatu DAS. Selain itu, vegetasi fisik akan menahan limpasan permukaan dan meningkatkan penyimpanan permukaan membatasi jumlah limpasan permukaan dan sebagai akibatnya, jumlah aliran yang masuk ke sungai.

Selain itu, vegetasi yang lebat dapat bertahan dari derasnya hujan, mencegah kerusakan tanah dan mengurangi erosi.

Jika lahan diubah, misalnya dari hutan menjadi fungsi lain (pemukiman), maka kondisi hidrologi di DAS akan berubah drastis, karena hutan memiliki fungsi ekologis yang kritis seperti hidro-orologi, penyimpanan sumber daya genetik, pengatur kesuburan tanah hutan,

dan lain-lain. Pembukaan hutan (pembukaan) yang menyebabkan hilangnya lapisan tanah atas dapat merusak struktur dan tekstur tanah, meningkatkan volume dan kecepatan limpasan, mengakibatkan berkurangnya atau terhambatnya penyerapan (infiltrasi), dan menimbulkan erosi.

Intersepsi, evaporasi, kuantitas dan kecepatan aliran, infiltrasi, dan kapasitas penyimpanan merupakan komponen hidrologi yang saling berinteraksi satu sama lain. Masing-masing komponen dijelaskan sebagai berikut:

a. Intersepsi

Air hujan yang jatuh pada tajuk tanaman akan mencapai permukaan tanah melalui dua proses mekanis yaitu aliran tembus dan aliran uap. Air keluar langsung ke permukaan tanah melalui celah daun atau dengan menetes melalui daun, batang, dan cabang. Sedangkan aliran batang adalah curah hujan yang mengalir melalui batang vegetasi dalam perjalanannya menuju permukaan tanah. Akibatnya, perpotongan curah hujan sama dengan perbedaan antara curah hujan total dan hasil pertambahan aliran air dan aliran batang. Di hutan hujan tropis, intersep bervariasi dari 10 sampai 35% dari total curah hujan (Bruijnzell, 1990 dalam Asdak, 2004). Perubahan tutupan tanah dari satu spesies

tumbuhan ke spesies lainnya dapat berdampak pada neraca air tahunan pada DAS.

b. Infiltrasi

Air masuk ke permukaan tanah melalui proses infiltrasi. Istilah infiltrasi dan perkolasi sering digunakan secara bergantian. Perkolasi adalah pergerakan air ke atas di dalam tanah yang disebabkan oleh gravitasi. Jumlah infiltrasi dapat ditentukan dalam dua cara: kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi. Kapasitas infiltrasi mengacu pada laju infiltrasi maksimum untuk jenis tanah tertentu, sedangkan laju infiltrasi mengacu pada laju infiltrasi aktual untuk jenis tanah yang sama.

Air yang disusupi yang tidak kembali ke atmosfer melalui evapotranspirasi akan menjadi air tanah dan mengalir ke sungai terdekat. Peningkatan kecepatan dan luas resapan dapat meningkatkan debit aliran (*base flow*) pada musim kemarau yang sangat penting untuk pemenuhan kebutuhan air pada musim kemarau. Tekstur dan struktur tanah, suplai air awal (kelembaban awal), aktivitas biologis dan bahan organik, jenis tanah dan kelembapan serasah, dan tumbuhan bawah atau kanopi penutup tanah juga merupakan faktor infiltrasi (Asdak, 2004).

Mulyana (2000) menemukan bahwa semakin tua umur tegakan, semakin tinggi potensi hutan untuk menyerap air ke dalam tanah; Bahkan, total air yang dapat diintegrasikan ke dalam tanah pada tegakan pinus Merkusii berumur 34 tahun lebih dari dua kali lipat dari tegakan berumur 10 tahun.

Hal ini dikarenakan banyaknya tumbuhan bawah, serasah, dan kandungan bahan organik pada tegakan Pinus merkusii purba yang menutupi lantai hutan dan memperbaiki struktur tanah sehingga memungkinkan curah hujan meresap ke dalam tanah.

1. Evapotranspirasi (ET) merupakan kehilangan air total sebagai akibat evaporasi dan transpirasi dari permukaan tanah dan vegetasi. Besarnya ET bervariasi tergantung jenis vegetasi, kemampuannya dalam menguapkan air (ketersediaan energi) dan persediaan air dalam tanah di tempat tersebut. Makin baik kondisi hutan, maka kelembabannya tinggi sehingga penguapan dari permukaan tanah dapat mendekati nol.
2. Jumlah dan kecepatan limpasan dan waktu puncak debit aliran permukaan tergantung vegetasi (tipe dan kerapatan). Besarnya jumlah dan kecepatan limpasan

permukaan berbanding terbalik dengan besarnya tampungan air tanah.

3. Tampungan air tanah merupakan perbandingan antara evapotranspirasi dan intensitas hujan sehingga apabila tingkat evapotranspirasi lebih besar dari intensitas curah hujan maka besarnya tampungan bernilai negatif dan sebaliknya.

Berdasarkan uraian di atas, hutan berperan penting dalam menurunkan limpasan permukaan; namun demikian, akan ada lebih banyak *reservoir* air tanah untuk menjamin ketersediaan aliran air tanah sepanjang tahun.

Dengan memperlakukan DAS sebagai suatu sistem yang pengembangannya bertujuan untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan, maka pengembangan DAS akan menghasilkan karakteristik DAS yang baik seperti: (1) produktivitas lahan tinggi, (2) kelestarian DAS yang ditunjukkan dengan produktivitas tinggi, erosi/sedimentasi rendah, dan fungsi DAS sebagai penyimpan air dapat memberikan “hasil air” yang cukup tinggi dan merata di seluruh DAS (Paimin, 2005).